



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110916801 A

(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201911087879.7

(22)申请日 2019.11.08

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 李红兵 王艺芸 李昱丞 陈歆维  
董频

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 应小波

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

A61B 34/35(2016.01)

A61B 34/20(2016.01)

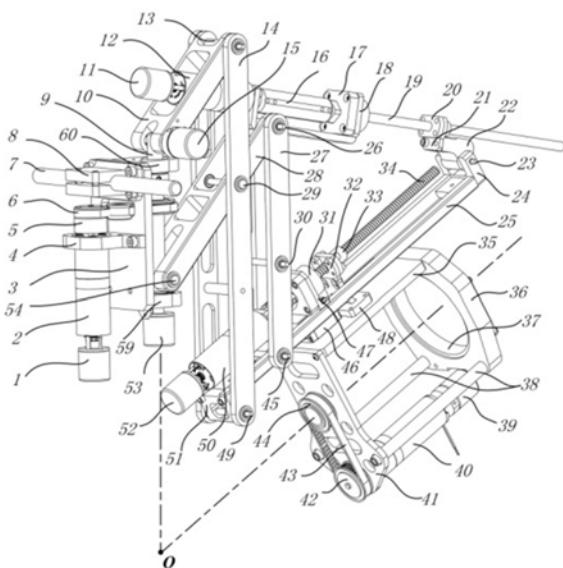
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂

(57)摘要

本发明涉及一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂，包括：基座组件，用于对手术机器人机械臂与外界手术床或其他悬臂机构进行安装与固定，并设有旋转关节驱动器及相应的动力传递装置；平行机构组件，包括多块连杆机构，各连杆机构中的连杆通过旋转轴连接，相互连接的连杆之间可绕着旋转轴做相对运动；手术器具或内窥镜安装组件，设有手术器具或内窥镜安装通道，用于实现手术器具或内窥镜安装与拆除，并与平行机构组件进行配合，实现手术器具或内窥镜的位置和姿态调整。与现有技术相比，本发明具有结构简单、控制方便、成本低、可以提高手术安全性等优点。



1. 一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,包括:  
基座组件,用于对手术机器人机械臂与外界手术床或其他悬臂机构进行安装与固定,并设有旋转关节驱动器及相应的动力传递装置;  
平行机构组件,包括多块连杆机构,各连杆机构中的连杆通过旋转轴连接,相互连接的连杆之间可绕着旋转轴做相对运动;  
手术器具或内窥镜安装组件,设有手术器具或内窥镜安装通道,用于实现手术器具或内窥镜安装与拆除,并与平行机构组件进行配合,实现手术器具或内窥镜的位置和姿态调整。
2. 根据权利要求1所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的基座组件设有与外部基台或其他悬臂机构的固连装置,或者通过在基座组件的底板上设置螺纹孔或通孔,通过螺栓实现基座组件与外部基台或其他悬臂机构的固联。
3. 根据权利要求1所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的旋转关节驱动器采用气缸、液压缸、电动缸或直线电缸通过动力变换机构实现对旋转关节的驱动与控制,所述的动力传递装置的驱动源为电动、气动或液压。
4. 根据权利要求1或3所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的旋转关节驱动器及相应的动力传递装置至少三个,用于实现对应的多个旋转自由度,且旋转关节驱动器装有用于实现精确定位的位置或速度检测传感器。
5. 根据权利要求4所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的位置或速度检测传感器为基于光电、磁栅或光栅原理的位置或速度检测传感器。
6. 根据权利要求3所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的动力传递装置为设置在旋转关节驱动器输出轴的同步带轮和同步带,或者相互啮合的齿轮、或链轮和链将旋转驱动器输出轴的旋转运动传递到机械臂旋转轴的动力传递机构。
7. 根据权利要求1所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的平行机构组件中的连杆采用四边形连杆,且至少设有四个,用于实现机械臂的远程运动中心功能。
8. 根据权利要求1或7所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的平行机构组件的驱动机构为旋转运动驱动器或者直线输出驱动器,旋转运动驱动器通过对旋转关节直接驱动而实现对连杆机构的运动控制,或者直线输出驱动器通过动力转换机构间接实现对连杆机构的运动控制。
9. 根据权利要求1所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其特征在于,所述的手术器具或内窥镜安装组件设有旋转机构和平移机构,用于实现对手术器具或内窥镜的旋转运动和平移运动控制,其中所述的旋转运动用于实现手术器具或内窥镜末端的姿态调整,所述的平移运动用于实现手术器具或内窥镜在患者体内的进出操作;  
所述的手术器具或内窥镜安装组件与平行机构组件相配合,实现手术器具或内窥镜在患者体内实现至少6个自由度的运动功能。
10. 根据权利要求1所述的一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,其

特征在于，所述的基座组件、平行机构组件、以及手术器具或内窥镜安装组件中的关节驱动器均设有用于实现精确定位的位置或速度检测传感器、以及用于实现手术器具或内窥镜末端精确姿态调整的动力传递机构。

## 一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微创手术机器人领域,尤其是涉及一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂。

### 背景技术

[0002] 手术机器人能够消除人手震颤对患者损伤,降低手术风险,可以显著的提高医生手术操作的灵活性和准确性。此类手术通常将细长的微创手术器具和内窥镜,通过患者体表微小切口而进入患者病灶区。在手术实施过程中,利用灵巧的手术器具对患者病灶区域进行切割、缝合等手术操作。这种机器人微创手术可以有效的降低患者的手术风险,并缩短手术操作时间和患者的康复时间。

[0003] 然而,当前微创手术机器人系统体积庞大(如美国Intuitive Surgical公司的达芬奇微创手术机器人系统),需要安排在50~80m<sup>2</sup>的洁净手术间,且其术前准备工作繁琐,安装调试耗时30~45分钟,是传统开放手术的准备时间的2倍,庞大而复杂的系统调试是当前微创手术机器人手术推迟的主要原因。此外,庞大的微创手术机器人无菌器械臂在大范围的立体空间内频繁选位、旋转、移动,大大增加了医院术前无菌管理的难度,对构建无菌屏障和降低患者手术部位感染风险带来极高的挑战。

[0004] 通常,从机器人结构上,将患者侧的手术机器人分为:手术机器人支撑机械臂和手术操作执行器两大部分。手术机器人支撑机械臂一般由具有3~4个自由度的刚性关节构成,其主要功能是对手术操作执行器进行夹持和支撑,实现对手术执行器末端手爪的空间位置和姿态进行调整。在外科手术中,细长型手术器具或内窥镜通过套管针插入病人皮肤上的切口而实现对病灶的手术操作或显示。由于患者皮肤上切口一旦设置好之后,其位置便不可移动,为此,内部穿有手术器械或内窥镜的套管针必须以切口点为支点,如果手术医生希望对手术器具进行操作或对病灶区域进行多角度观测,套管针就必须绕着切口点进行旋转或内外移动。这些特点使得对手术器具起到支撑作用的机械臂具有良好的定位精度和姿态调整功能,更为重要的是,此类手术支撑机械臂从结构上必须保证安装在其上的手术器具或内窥镜在患者皮肤切口处有一个相对固定的插入点。具有这种固定插入点的手术机器人通常被称为具有远程运动中心的机构(英文称为:Remote Center of Motion,RCM)。具有此结构的手术机器人可以使得手术末端执行器绕着空间的某个固定点做旋转运动。手术机器人支撑机械臂各个自由度关节的定位精度直接影响手术机器人系统的定位精度。此外,开展机器人手术的医护人员期望手术机器人体积适中,易于消毒并能够实现快速组装,术后维护简单方便。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,该手术机器人机械臂为一种结构简单、控制方便、成本低、可以提高手术安全性的远程运动中心机构。该机构具有如下特点:首先,该机构的自

由度数目不少于4,且至少具有绕插入点转动的三个自由度和一个平移自由度;其次,在手术操作空间上,能够实现医生或操作者期望手术工具或内窥镜到达期望的位置;再次,该手术机械臂较少的占用手术空间,同时,该机构能够避开患者身体其他部位,并最大限度减少对医生手术干扰。除了上述三点外,支撑手术机器人机械臂具有足够的系统刚度,能够对机构的自重以及安装在机械臂上的手术器具或内窥镜的重量进行有效地补偿,确保在术中正常触碰外力作用下不发生显著变形,确保患者人身安全。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂,包括:

[0008] 基座组件,用于对手术机器人机械臂与外界手术床或其他悬臂机构进行安装与固定,并设有旋转关节驱动器及相应的动力传递装置;

[0009] 平行机构组件,包括多块连杆机构,各连杆机构中的连杆通过旋转轴连接,相互连接的连杆之间可绕着旋转轴做相对运动;

[0010] 手术器具或内窥镜安装组件,设有手术器具或内窥镜安装通道,用于实现手术器具或内窥镜安装与拆除,并与平行机构组件进行配合,实现手术器具或内窥镜的位置和姿态调整。

[0011] 优选地,所述的基座组件设有与外部基台或其他悬臂机构的固连装置,或者通过在基座组件的底板上设置螺纹孔或通孔,通过螺栓实现基座组件与外部基台或其他悬臂机构的固联。

[0012] 优选地,所述的旋转关节驱动器采用气缸、液压缸、电动缸或直线电缸通过动力变换机构实现对旋转关节的驱动与控制,所述的动力传递装置的驱动源为电动、气动或液压。

[0013] 优选地,所述的旋转关节驱动器及相应的动力传递装置至少三个,用于实现对应的多个旋转自由度,且旋转关节驱动器装有用于实现精确定位的位置或速度检测传感器。

[0014] 优选地,所述的位置或速度检测传感器为基于光电、磁栅或光栅原理的位置或速度检测传感器。

[0015] 优选地,所述的动力传递装置为设置在旋转关节驱动器输出轴的同步带轮和同步带,或者相互啮合的齿轮、或链轮和链将旋转驱动器输出轴的旋转运动传递到机械臂旋转轴的动力传递机构。

[0016] 优选地,所述的平行机构组件中的连杆采用四边形连杆,且至少设有四个,用于实现机械臂的远程运动中心功能。

[0017] 优选地,所述的平行机构组件的驱动机构为采用电动、气动、液压等的旋转运动驱动器或者采用气缸、液压缸、直线电机、直线电缸等的直线输出驱动器,旋转运动驱动器通过对旋转关节直接驱动而实现对连杆机构的运动控制,或者直线输出驱动器通过动力转换机构间接实现对连杆机构的运动控制。

[0018] 优选地,所述的手术器具或内窥镜安装组件设有旋转机构和平移机构,用于实现对手术器具或内窥镜的旋转运动和平移运动控制,其中所述的旋转运动用于实现手术器具或内窥镜末端的姿态调整,所述的平移运动用于实现手术器具或内窥镜在患者体内的进出操作;

[0019] 所述的手术器具或内窥镜安装组件与平行机构组件相配合,实现手术器具或内窥镜在患者体内实现至少6个自由度的运动功能。

[0020] 优选地,所述的基座组件、平行机构组件、以及手术器具或内窥镜安装组件中的关节驱动器均设有用于实现精确定位的位置或速度检测传感器、以及用于实现手术器具或内窥镜末端精确姿态调整的动力传递机构。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0022] 1.本发明的手术机器人机械臂结构紧凑,运动范围大,易于进行运动学和动力学计算,便于实现高精度位置控制和姿态控制;

[0023] 2.本发明的手术机器人机械臂对所装配的手术器具或内窥镜提供直接支撑作用力,将手术器具或内窥镜的自重对患者的影响降低到最小;

[0024] 3.本发明提出的手术机器人机械臂便于手术执行器或内窥镜系统的术前装配与术后拆除,缩短术前准备与术后设备整理时间,缩减医护人员工作量;

[0025] 4.本发明的手术机器人机械臂可实现模块化设计,方便与现有手术机器人系统进行整合,系统兼容性强。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明手术机器人机械臂的结构示意图;

[0027] 图2为本发明手术机器人机械臂手术器具或内窥镜安装组件示意图;

[0028] 图3为本发明手术机器人机械臂第三驱动器与动力传递机构示意图。

[0029] 其中1/11/15/39/52/53为传感器,2/12/40/50为驱动器,3为底座竖板,4为支撑机构,5/6为动力传递部件,7为夹持杆,8为底座支架,9/13/23/26/29/30/45/49/54为旋转轴,10/14/27/28为四边形连杆,16/57为联轴器,17为轴承支座,18为驱动器支架,19/34为丝杆,20/33为螺母,21/32为丝杆驱动连接件,22为L型旋转件,24/51为滑轨支架,25为滑轨支座,31为轴承座,33为丝杠螺母,35为滑动固定板,36/47/59/60为轴承支架,37为轴承,38为支架杆,41为旋转支架面板,42为带轮,43为同步齿形带,44为套筒,46为滑块,48/49为平移支架,55为滑轨,56为轴承压片,58为联轴器支座。

## 具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应属于本发明保护的范围。

[0031] 如图1所示,为本实施例手术机器人机械臂系统示意图。该实施例中的机械臂设有四个自由度,分别为三个旋转自由度和一个平移自由度。在基座组件上设有第一旋转自由度,该第一旋转自由度包括驱动器2、安装在驱动器2末端的位置或速度检测传感器1、安装在驱动器2输出轴的动力传递部件5和6,以及驱动器2的支撑机构4共同构成。驱动器2可以是直流电机、步进电机、旋转气缸、旋转液压缸等旋转运动机构。在驱动器2的末端轴上设有位置或速度检测传感器1,该传感器可以是基于光电、磁栅、光栅等原理的位置或速度检测传感器。设置在驱动器2输出轴的动力传递部件5和6可以是同步带轮和同步带,亦可以是相互啮合的齿轮、或链轮和链等将驱动器2输出轴的旋转运动传递到机械臂旋转轴的动力传递方式。在基座组件中,设有底座支架8,该支架通过螺栓与底座竖板3相固联,底座支架8设

有开槽圆孔，圆孔内穿有夹持杆7，夹持杆7与底座支架8组合，将机器人机械臂与外部固定基座(本实施例中未显示)实现固联，对手术机器人机械臂起到支撑与固定作用。驱动器2的输出轴通过动力部件5和6实现与旋转轴9进行动力传递，旋转轴9上设有与动力部件5和6相配合的动力部件(示例中未予标明)，旋转轴9的两端分别设有轴承支架59和60，使得旋转轴9可以相对于底座竖板3进行相对运动，设置于第一旋转轴9上的其余机械臂绕着此轴做旋转运动。在旋转轴9的末端设有位置或速度检测传感器53，该传感器的功能类似于传感器1的功能，本实施例中传感器53设置于旋转轴9的底部，也可以将该传感器设置于该旋转轴9的顶部。

[0032] 在旋转轴9的顶部设有通孔，通孔内穿有一旋转轴(实施例中未标明)，旋转轴上设有位置或速度检测传感器15，该传感器功能类似于传感器1和53。四边形连杆10的一端设有通孔，旋转轴9顶部的旋转轴同时穿过该通孔。四边形连杆10的另一侧同样设有一通孔，通过旋转轴13与安装在四边形连杆14一端通孔中的轴承相配合，使得四边形连杆14可绕着旋转轴13实现与四边形连杆10实现相对运动。类似于顶部通孔，在旋转轴9的下部同样设有通孔，通孔内穿有旋转轴54，旋转轴54与旋转轴29共同作用，将四边形连杆28与四边形连杆14实现动力传递。在四边形连杆28的另一端，设有通孔，并在四边形连杆27端部的通孔内设有轴承(该实施例中未标明)，轴承内穿有旋转轴26，该旋转轴同时穿过第二自由度驱动器支架18，驱动器支架18是一种U型机构，一侧装有轴承支座17，该轴承支座17通过螺栓与驱动器支架18实现固联，轴承支座17对丝杠19起到支撑作用，丝杠19的一端与联轴器16通过紧定螺钉(此实施例为标出)相固联，联轴器16的另一端与驱动器12通过紧定螺钉(此实施例未标出)相固联，在驱动器12的末端设有一高精度位置或速度检测传感器11，用于实现对驱动器12实现高精度位置/速度控制。在丝杠19的远端设有螺母20，螺母20通过丝杠19的旋转运动沿着丝杠19做平移运动，螺母20通过丝杆驱动连接件21与L型旋转件22实现固联，L型旋转件22内设有通孔并通过旋转轴23与滑轨支架24实现动力传递。当驱动器12运动时，L型旋转件22在丝杆螺母20和丝杆驱动连接件21的驱动力作用下，沿着丝杠19做平移运动，同时，由于受到旋转轴23的限制，L型旋转件22同时绕着旋转轴23做旋转运动，产生对旋转轴23的斜向拉力作用。

[0033] 四边形连杆27的另一端设有通孔，并在通孔内装有轴承(本实施例未标出)，轴承孔内设有旋转轴45。类似于四边形连杆27，在四边形连杆14的另一端设有通孔，并在通孔内装有轴承(本实施例未标出)，轴承孔内设有旋转轴45，旋转轴49同时穿过滑轨支架51，滑轨支架51通过螺栓与滑轨支座25实现固联。滑轨支座25上设有通孔(本实施例为标出)，该通过内穿有旋转轴45，通过旋转轴45与旋转轴49，将滑轨支座25与四边形连杆14与27实现动力传递，在驱动器12的作用下，通过丝杠19及其螺母20作用下，滑轨支座25绕着旋转轴45和49做旋转运动。

[0034] 如图1和图3所示，在滑轨支座25上设有驱动器支架(本实施例未标明)和轴承座支架47，轴承座31通过螺栓与轴承支架47相固联，类似于驱动器12所在动力传递机构组成，驱动器50末端亦设有高精度位置或速度检测传感器52，用于对驱动器50实现高精度位置或速度控制。在驱动器50的输出轴，通过联轴器(本实施例未标明)与丝杠34实现动力传递，丝杠34上设有驱动螺母33，驱动螺母33通过螺栓与丝杆驱动连接件32相固联，丝杆驱动连接件32同时通过螺栓与平移支架48相固联，平移支架48与滑动固定板35固联，在滑轨支座25底

部设有滑轨(本实施例未标出),滑轨上设有滑块46,为了实现平稳滑动,亦可以设置多个滑块。在丝杠螺母33和丝杆驱动连接件32的共同作用下,滑动固定板35可沿着滑轨做平移运动。滑块46也通过螺栓与滑动固定板35实现固联,可以将平移支架49受到其他部件重力作用分布到滑块46上,实现机构的平稳运动。

[0035] 如图2所示,为本发明手术机器人机械臂手术器具或内窥镜安装组件示意图。在轴承支架36内部设有轴承37,手术器具或内窥镜(本实施例为标出)安装在轴承37的内圈。手术器具或内窥镜的另一支撑点为圆柱形套筒44,套筒44内设有通孔,便于将手术器具或内窥镜插入该通道,并实现固定。套筒44穿过轴承(本实施例未标出),另一端安装有旋转带轮42,带轮42通过同步齿形带43与安装在驱动器40输出轴上的带轮42实现动力传递,驱动器40末端安装有位置检测传感器39,用于实现对带轮旋转量的精确控制。驱动器40可以是电磁驱动式、液压驱动式、气动驱动式等。本实施例所述动力传递方式为带轮与同步齿形带组合的形式,实际实施过程中可变换为其他多种形式,如链轮与链的动力传递、齿轮啮合动力传递等。在轴承支架36上设有四个螺纹孔(实施例中未标出),通过螺纹孔和螺钉将轴承压片56固定于轴承支架,实现对轴承37的固定,防止术中手术器具或内窥镜长时间运转导致轴承37从轴承支架36中滑落。轴承支架36与2根支架杆38以及滑动固定板35通过螺纹实现与旋转支架面板41相固联。为了减轻机械臂重量,可在旋转支架面板41上开设腰型孔和通孔。

[0036] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

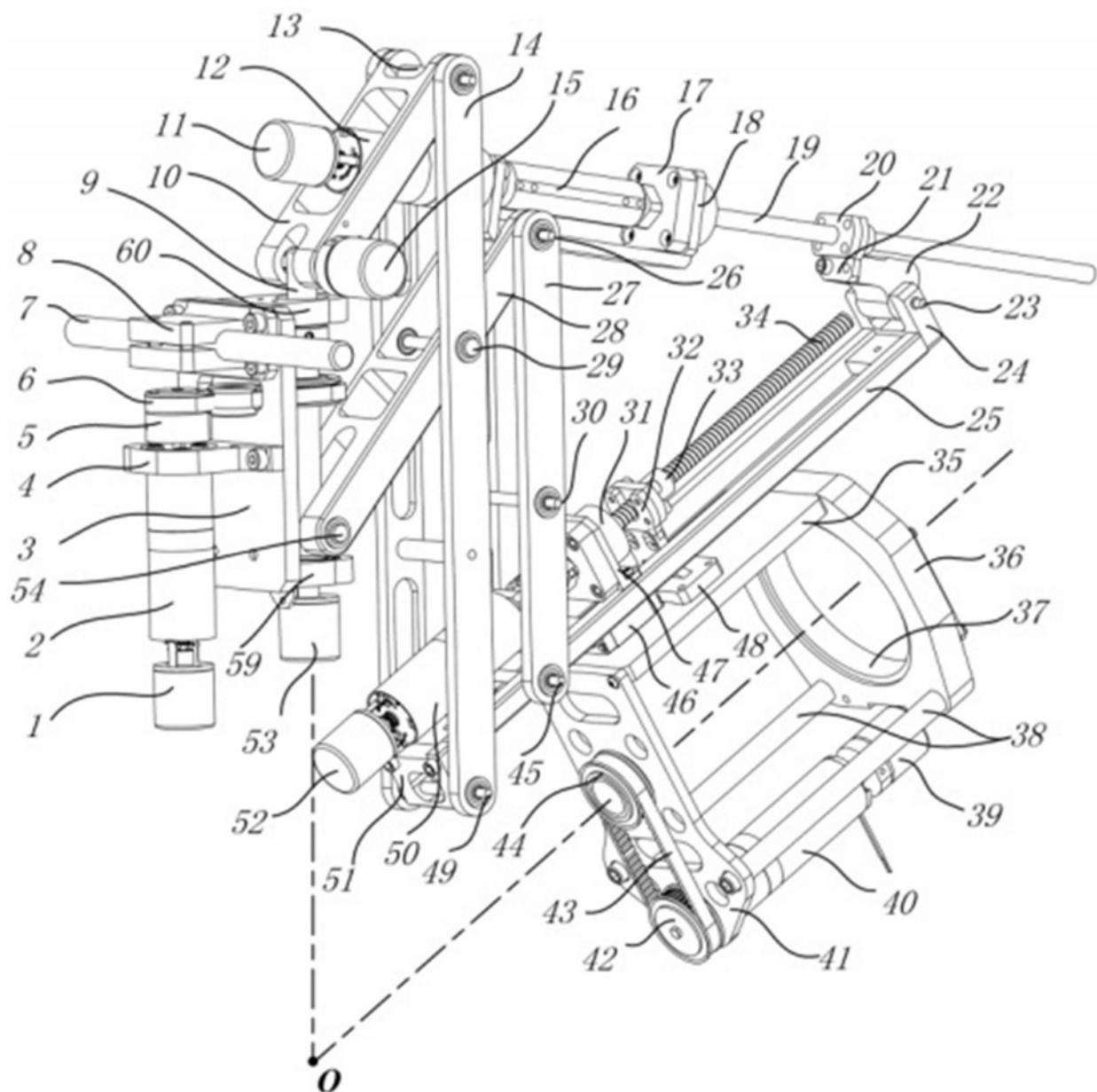


图1

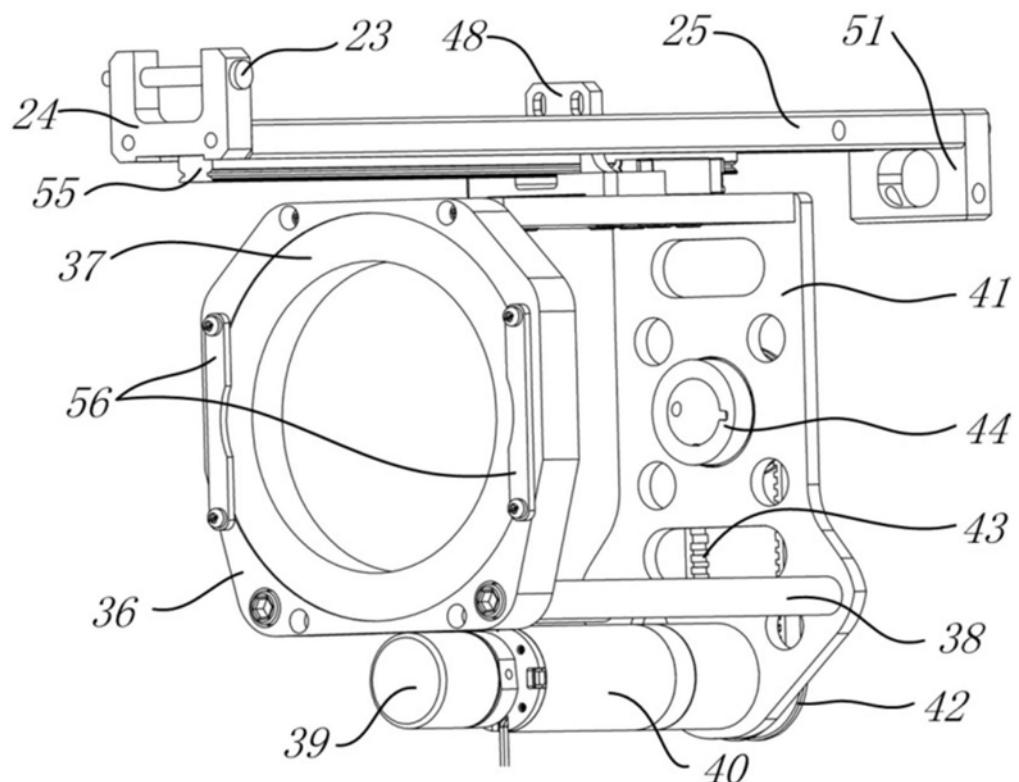


图2

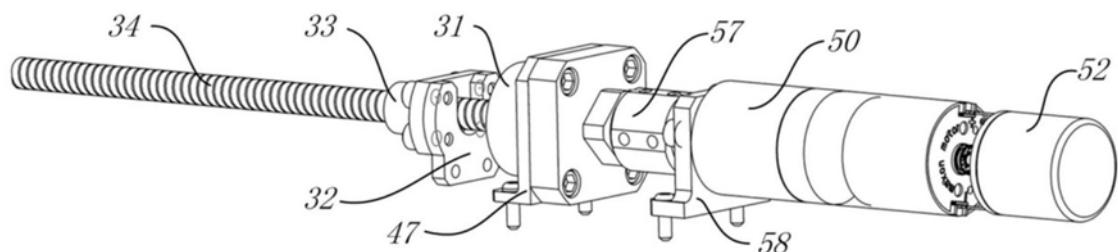


图3

专利名称(译)	一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂		
公开(公告)号	<a href="#">CN110916801A</a>	公开(公告)日	2020-03-27
申请号	CN201911087879.7	申请日	2019-11-08
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	李红兵 王艺芸 陈歆维 董频		
发明人	李红兵 王艺芸 李昱丞 陈歆维 董频		
IPC分类号	A61B34/30 A61B34/35 A61B34/20		
CPC分类号	A61B34/20 A61B34/30 A61B34/35 A61B34/70 A61B2034/301		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明涉及一种可实现高精度定位和姿态调整的手术机器人机械臂，包括：基座组件，用于对手术机器人机械臂与外界手术床或其他悬臂机构进行安装与固定，并设有旋转关节驱动器及相应的动力传递装置；平行机构组件，包括多块连杆机构，各连杆机构中的连杆通过旋转轴连接，相互连接的连杆之间可绕着旋转轴做相对运动；手术器具或内窥镜安装组件，设有手术器具或内窥镜安装通道，用于实现手术器具或内窥镜安装与拆除，并与平行机构组件进行配合，实现手术器具或内窥镜的位置和姿态调整。与现有技术相比，本发明具有结构简单、控制方便、成本低、可以提高手术安全性等优点。

